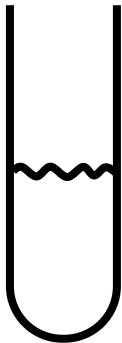
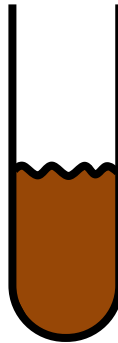


Mangan: Ein Chamäleon unter den Metallionen**Material:** 3 RG, RG-Ständer, Pipette, Becherglas**Chemikalien:** Kaliumpermanganat-Lsg. (KMnO_4), Salzsäure, Natriumsulfit-Lsg. (Na_2SO_3), Natronlauge**RG 1:**

KMnO_4 -Lsg. +
 Na_2SO_3 -Lsg. +
Salzsäure

**Beob.:** farblos**RG 2:**

KMnO_4 -Lsg. +
 Na_2SO_3 -Lsg.

**Beob.:** braun**RG 3:**

KMnO_4 -Lsg. +
 Na_2SO_3 -Lsg. +
Natronlauge

**Beob.:** grün**Identifizierung der entstandenen Ionen aufgrund der Farbe:** Mn^{2+} MnO_2 MnO_4^{2-} **Erklärung:**

Es liegen Redoxreaktionen vor!

Versuch: (RG 1) violette KMnO_4 -Lsg wird zu **saurer Na_2SO_3 -Lsg.** getropft.

Ergebnis: es entstehen **farblose Mn^{2+} -Ionen** und Sulfid wird zu Sulfat umgewandelt.

Unvollständige Gleichung ohne Begleit-Ionen: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

1. **Aufstellen der Redoxpaare und Festlegung der Oxidationszahlen:**

+VII +II

+IV +VI

$\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$

$\text{SO}_3^{2-} / \text{SO}_4^{2-}$

2. **Aufstellen der Teilgleichungen** (Oxidation und Reduktion) inklusive aufgenommener bzw. abgegebener Elektronen

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{e}^-$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

3. Bei beiden Teilgleichungen: **Ausgleich der Ladungen** durch Oxoniumionen (H_3O^+) oder Hydroxidionen (OH^-). Abhängig vom jeweiligen Milieu. Hier: **sauer $\rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$**

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}_3\text{O}^+$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 5 \text{e}^- + 8 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

4. Bei beiden Teilgleichungen: **Stoffausgleich mit Hilfe von Wasser.** (Zählen der Sauerstoffatome auf beiden Seiten, Differenz durch H_2O ersetzen)

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}_3\text{O}^+$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 5 \text{e}^- + 8 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 12 \text{H}_2\text{O}$

5. Erstellen der **Gesamtgleichung durch Addition der Teilgleichungen.** **Achtung: Die e^- müssen sich links und rechts herauskürzen!** Dazu bildet man das kleinste gemeinsame Vielfache durch Multiplikation der Teilgleichung mit dem entsprechenden Faktor:

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \quad | \cdot 5$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 5 \text{e}^- + 8 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 12 \text{H}_2\text{O} \quad | \cdot 2$

Gesamtgleichung: $5 \text{SO}_3^{2-} + 15 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{MnO}_4^- + 10 \text{e}^- + 16 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow$
 $5 \text{SO}_4^{2-} + 10 \text{e}^- + 10 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{Mn}^{2+} + 24 \text{H}_2\text{O}$

Kürzen: $5 \text{SO}_3^{2-} + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 5 \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{Mn}^{2+} + 9 \text{H}_2\text{O}$

Versuch: (RG 2) violette KMnO_4 -Lsg wird zu **neutraler Na_2SO_3 -Lsg.** getropft.

Ergebnis: es entsteht **Braunstein (MnO_2)** und Sulfid wird zu Sulfat umgewandelt.

Ausgleich im neutralen mit H_3O^+ oder OH^- möglich. Hier **zunächst mit H_3O^+** :

Unvollständige Gleichung ohne Begleit-Ionen: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$

1. Aufstellen der Redoxpaare und Festlegung der Oxidationszahlen:

+VII + IV

+IV +VI

$\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2$

$\text{SO}_3^{2-} / \text{SO}_4^{2-}$

2. Aufstellen der Teilgleichungen (Oxidation und Reduktion) inklusive aufgenommener bzw. abgegebener Elektronen

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2$

3. Bei beiden Teilgleichungen: Ausgleich der Ladungen durch Oxoniumionen (H_3O^+) oder Hydroxidionen (OH^-). Abhängig vom jeweiligen Milieu. Hier: H_3O^+

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_3\text{O}^+$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- + 4\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{MnO}_2$

4. Bei beiden Teilgleichungen: Stoffausgleich mit Hilfe von Wasser. (Zählen der Sauerstoffatome auf beiden Seiten, Differenz durch H_2O ersetzen)

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_3\text{O}^+$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- + 4\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{MnO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

5. Erstellen der Gesamtgleichung durch Addition der Teilgleichungen. Achtung: Die e^- müssen sich links und rechts herauskürzen! Dazu bildet man das kleinste gemeinsame Vielfache durch Multiplikation der Teilgleichung mit dem entsprechenden Faktor:

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_3\text{O}^+ \quad | \cdot 3$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- + 4\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{MnO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \quad | \cdot 2$

Gesamtgleichung: $3\text{SO}_3^{2-} + 9\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{e}^- + 8\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow$
 $3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{e}^- + 6\text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{MnO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$

Kürzen: $3\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{MnO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Versuch: (RG 2) violette KMnO_4 -Lsg wird zu **neutraler Na_2SO_3 -Lsg.** getropft.

Ergebnis: es entsteht **Braunstein (MnO_2)** und Sulfid wird zu Sulfat umgewandelt.

Ausgleich im neutralen mit H_3O^+ oder OH^- möglich. Jetzt **mit OH^-** :

Unvollständige Gleichung ohne Begleit-Ionen: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$

1. Aufstellen der Redoxpaare und Festlegung der Oxidationszahlen:

+VII + IV

+IV +VI

$\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2$

$\text{SO}_3^{2-} / \text{SO}_4^{2-}$

2. Aufstellen der Teilgleichungen (Oxidation und Reduktion) inklusive aufgenommener bzw. abgegebener Elektronen

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2$

3. Bei beiden Teilgleichungen: Ausgleich der Ladungen durch Oxoniumionen (H_3O^+) oder Hydroxidionen (OH^-). Abhängig vom jeweiligen Milieu. Hier: OH^-

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$

4. Bei beiden Teilgleichungen: Stoffausgleich mit Hilfe von Wasser. (Zählen der Sauerstoffatome auf beiden Seiten, Differenz durch H_2O ersetzen)

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O}$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$

5. Erstellen der Gesamtgleichung durch Addition der Teilgleichungen. Achtung: Die e^- müssen sich links und rechts herauskürzen! Dazu bildet man das kleinste gemeinsame Vielfache durch Multiplikation der Teilgleichung mit dem entsprechenden Faktor:

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \quad | \cdot 3$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- \quad | \cdot 2$

Gesamtgleichung: $3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{OH}^- + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^-$

Kürzen: $3\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{OH}^-$

Versuch: (RG 3) violette KMnO_4 -Lsg wird zu **basischer Na_2SO_3 -Lsg.** getropft.

Ergebnis: es entstehen **grüne MnO_4^{2-} -Ionen** und Sulfid wird zu Sulfat umgewandelt.

Unvollständige Gleichung ohne Begleit-Ionen: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-}$

1. **Aufstellen der Redoxpaare und Festlegung der Oxidationszahlen:**

+VII + VI

+IV +VI

$\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_4^{2-}$

$\text{SO}_3^{2-} / \text{SO}_4^{2-}$

2. **Aufstellen der Teilgleichungen** (Oxidation und Reduktion) inklusive aufgenommener bzw. abgegebener Elektronen

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 e^-$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$

3. Bei beiden Teilgleichungen: **Ausgleich der Ladungen** durch Oxoniumionen (H_3O^+) oder Hydroxidionen (OH^-). Abhängig vom jeweiligen Milieu. Hier basisch: OH^-

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 e^-$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$

4. Bei beiden Teilgleichungen: **Stoffausgleich mit Hilfe von Wasser.** (Zählen der Sauerstoffatome auf beiden Seiten, Differenz durch H_2O ersetzen)

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 e^- + \text{H}_2\text{O}$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$

5. Erstellen der **Gesamtgleichung durch Addition der Teilgleichungen. Achtung: Die e^- müssen sich links und rechts herauskürzen!** Dazu bildet man das kleinste gemeinsame Vielfache durch Multiplikation der Teilgleichung mit dem entsprechenden Faktor:

Oxidation: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 e^- + \text{H}_2\text{O}$

Reduktion: $\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ **| *2**

Gesamtgleichung: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{MnO}_4^- + 2 e^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 e^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{MnO}_4^{2-}$

Kürzen: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{MnO}_4^{2-}$